

09/446560

PCT/JP99/02154

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

22.04.99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application: 1998年 4月23日

REC'D 22 JUN 1999

WIPO

PCT

出願番号

Application Number:

平成10年特許願第113581号

出願人

Applicant(s):

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

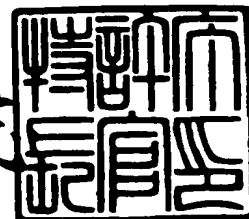
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 6月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

山佐 建志



Best Available Copy

出証番号 出証特平11-3035323

【書類名】 特許願
 【整理番号】 DCMH100001
 【提出日】 平成10年 4月23日
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 H04B 7/216
 【発明の名称】 C D M A 復調装置
 【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・ティ・ティ
 移動通信網株式会社内

【氏名】 安部田 貞行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・ティ・ティ
 移動通信網株式会社内

【氏名】 佐和橋 衛

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・ティ・ティ
 移動通信網株式会社内

【氏名】 安達 文幸

【特許出願人】

【識別番号】 392026693

【氏名又は名称】 エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077481

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷 義一

【選任した代理人】

【識別番号】 100088915

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 和夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100105371

【弁理士】

【氏名又は名称】 加古 進

【選任した代理人】

【識別番号】 100106998

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 傳一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013424

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 CDMA復調装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直接拡散CDMA方式により送信された信号を復調する装置であって、

情報シンボル系列にパターン既知のパイロットシンボルを数シンボル単位で一定周期毎に挿入したスロットからなるフレーム構成を有するCDMA送信信号を入力し、逆拡散後の情報シンボル周期でサンプルした受信信号系列のうち $\{n - (K - 1)\}$ 番目のパイロットブロックから $\{n + K\}$ 番目のパイロットブロック (n : 整数, K : 自然数) までの受信信号系列を蓄積する記憶手段と、

前記 $2K$ 個の各パイロットブロックについて、前記複数のパイロットシンボルの受信信号を各パイロットブロック内で平均化して各パイロットブロック毎のチャンネル推定値を求めるパイロットシンボル平均化手段と、

前記パイロットチャンネルシンボル平均化手段により求められた各パイロットブロック毎のチャンネル推定値を、前記 $2K$ 個のパイロットブロックにわたり重み係数による重み付き平均化処理を施して、 n 番目のスロットにおける各情報シンボルのチャンネル推定値を求める複数パイロットチャンネル推定手段と、

前記複数パイロットチャンネル推定手段により求められたチャンネル推定値を用いて n 番目のスロットにおける各情報シンボルのチャンネル変動を補償するチャンネル変動補償手段と、

前記チャンネル変動補償手段の入力信号および出力信号に基づいて得られる識別誤差情報を、前記重み係数を制御するための帰還情報として用いる重み係数演算手段と

を具備したことを特徴とするCDMA復調装置。

【請求項2】 請求項1に記載CDMA復調装置において、

前記重み係数演算手段として、前記複数パイロットチャンネル推定手段の出力信号と、前記パイロットシンボル平均化手段の各出力との内積値である相関値を前記重み係数を制御するための帰還情報として用いることを特徴とするCDMA復調装置。

【請求項3】 情報信号の拡散符号と直交した拡散符号で拡散されたパイロット信号をパイロットチャネル上に送信するようにした、直接拡散CDMA方式の伝送信号を復調する装置であって、

逆拡散後のパイロットチャネルにおける受信信号系列中のうち $\{n-K+1\}$ 番目のシンボルから $\{n+K\}$ 番目のシンボル (n : 整数, K : 自然数) までの $2K$ 個のシンボルを蓄積する記憶手段と、

前記 $2K$ 個の各シンボルを λ シンボルにわたり平均化するパイロットチャネルシンボル平均化手段と、

前記パイロットチャネルシンボル平均化手段により平均化したチャネル推定値を、 $2K$ シンボルに相当する $2K/\lambda$ 個にわたり、重み係数による重み付き平均化処理を施してチャネル推定値を求める複数パイロットチャネル推定手段と、

前記複数パイロットチャネル推定手段により求められたチャネル推定値を用いて n 番目のシンボルのチャネル変動を補償するチャネル変動補償手段と、

前記チャネル変動補償手段の入力信号および出力信号に基づいて得られる識別誤差情報を、前記重み係数を制御するための帰還情報として用いる重み係数演算手段と

を具備したことを特徴とするCDMA復調装置。

【請求項4】 請求項3に記載のCDMA復調装置において、

前記重み係数演算手段として、復調された信号と前記パイロットシンボル平均化手段の各出力との内積値である相関値を前記重み係数を制御するための帰還情報として用いることを特徴とするCDMA復調装置。

【請求項5】 請求項3に記載のCDMA復調装置において、

パイロット信号は、情報シンボルと直交した搬送波上に送信されることを特徴とするCDMA復調装置。

【請求項6】 請求項3に記載のCDMA復調装置において、

パイロット信号は情報シンボルと直交した搬送波上に送信され、かつ、復調された信号と前記パイロットシンボル平均化手段の各出力との内積値を前記重み係数を制御するための帰還情報として用いることを特徴とするCDMA復調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直接拡散CDMA方式の伝送信号を復調する装置に関するものである。

【0002】

さらに詳述すると、本発明は、高速フェージング環境における音声・データ伝送を行う移動通信方式に好適な、CDMA復調装置に関するものである。

【0003】

【従来の技術】

移動通信環境下においては、移動局と基地局との相対位置の変化に伴うレイリ―フェージングに起因する振幅変動・位相変動が生じるため、情報を搬送波位相で伝送する位相変調方式では、位相既知のパイロットシンボルを情報シンボル間に一定周期毎に挿入することによって、フェージング歪みを推定し、補償する方式が提案されている（電子情報通信学会論文誌Vol.J72-B-II No.1, pp.7-15 1989年1月 三瓶「陸上移動通信用16QAMのフェージング歪み補償」、電子情報通信学会論文誌Vol.J77-B-II No.11, pp.641-648 1989年1月 安部田「抑圧パイロットチャネルを用いたDS/CDMA同期検波方式」）。

【0004】

これらの方式では、該当する情報シンボル区間の前後にあるパイロットシンボル、或いは、該当する情報シンボル区間内のパイロットシンボルを用いて、各通信者の各パスにおける受信信号の振幅測定および位相測定を行い、これらの測定値を内挿処理することにより、情報シンボル区間の伝送路変動を推定し、補償している。

【0005】

このような方式に対して、より多くのスロットのパイロットシンボルを用いてチャネル推定を行うことにより、チャネル推定精度を向上させる方式が提案されている（電子情報通信学会信学技法 A・P97-104）。この方式においては、熱雑音、干渉信号に対してチャネル推定度を向上させるために、該当するスロット

の前後にある複数シンボルを重み付け平均化する処理を行っている。また、各スロット内の変動は小さいものとして、1スロット内における全てのシンボルに対しては、同じチャネル推定値を用いている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の従来例では、フェージング変動の速さに拘わらず常に重み付け値が一定であるので、低速のフェージング変動に最適な重み付け値を設定した場合には、高速フェージング時に大きな劣化があり、他方、高速フェージング時に最適な重み付け値を設定した場合には、低速フェージング時における特性の改善が少なくなるといった問題があった。

【0007】

また、1スロット内における全てのシンボルに対して同じチャネル推定値を用いているので、高速フェージング時における特性の劣化も生じるという問題があった。

【0008】

よって、本発明の第1の目的は、複数のパイロットチャネルシンボルに対する重み付け値を、伝搬路変動の速度に応じて適応的に最適化することにより、フェージング変動に対する耐性を向上したCDMA復調装置を提供することにある。

【0009】

また、本発明の第2の目的は、複数のシンボルを重み付け平均化することにより、すなわちSNRの向上を図ると同時に伝搬路変動（位相）に対して高度な追従をしたパイロットチャネルシンボルを用いることにより、より高精度な伝送路変動推定・補償を可能としたCDMA復調装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明では、直接拡散CDMA方式として、パターン既知のパイロットシンボルを数シンボル単位で情報シンボルの間に一定周期毎に挿入するフレーム構成を有し、受信側では、1パイロットブロック毎のチャネル推定値を求めるにあたり、2Kパイロットブロックにわたってスロット内

のシンボルの位置に応じて重み付け値を更新し、重み付き平均化してチャネル推定値を求め、情報シンボルのチャネル変動を補償する。

【0011】

すなわち、本発明に係るCDMA復調装置は、直接拡散CDMA方式により送信された信号を復調する装置であって、情報シンボル系列にパターン既知のパイロットシンボルを数シンボル単位で一定周期毎に挿入したスロットからなるフレーム構成を有するCDMA送信信号を入力し、逆拡散後の情報シンボル周期でサンプルした受信信号系列のうち $\{n - (K - 1)\}$ 番目のパイロットブロックから $\{n + K\}$ 番目のパイロットブロック (n : 整数, K : 自然数) までの受信信号系列を蓄積する記憶手段と、前記 $2K$ 個の各パイロットブロックについて、前記複数のパイロットシンボルの受信信号を各パイロットブロック内で平均化して各パイロットブロック毎のチャネル推定値を求めるパイロットシンボル平均化手段と、前記パイロットチャネルシンボル平均化手段により求められた各パイロットブロック毎のチャネル推定値を、前記 $2K$ 個のパイロットブロックにわたり重み係数による重み付き平均化処理を施して、 n 番目のスロットにおける各情報シンボルのチャネル推定値を求める複数パイロットチャネル推定手段と、前記複数パイロットチャネル推定手段により求められたチャネル推定値を用いて n 番目のスロットにおける各情報シンボルのチャネル変動を補償するチャネル変動補償手段と、前記チャネル変動補償手段の入力信号および出力信号に基づいて得られる識別誤差情報を、前記重み係数を制御するための帰還情報として用いる重み係数演算手段とを具備したものである。ここで、前記重み係数演算手段として、前記複数パイロットチャネル推定手段の出力信号と、前記パイロットシンボル平均化手段の各出力との内積値である相関値を前記重み係数を制御するための帰還情報として用いることも可能である。

【0012】

その他の本発明は、情報信号の拡散符号と直交した拡散符号で拡散されたパイロット信号をパイロットチャネル上に送信するようにした、直接拡散CDMA方式の伝送信号を復調する装置であって、逆拡散後のパイロットチャネルにおける受信信号系列中のうち $\{n - K + 1\}$ 番目のシンボルから $\{n + K\}$ 番目のシン

ボル (n : 整数, K : 自然数) までの $2K$ 個のシンボルを蓄積する記憶手段と、前記 $2K$ 個の各シンボルを λ シンボルにわたり平均化するパイロットチャネルシンボル平均化手段と、前記パイロットチャネルシンボル平均化手段により平均化したチャネル推定値を、 $2K$ シンボルに相当する $2K/\lambda$ 個にわたり、重み係数による重み付き平均化処理を施してチャネル推定値を求める複数パイロットチャネル推定手段と、前記複数パイロットチャネル推定手段により求められたチャネル推定値を用いて n 番目のシンボルのチャネル変動を補償するチャネル変動補償手段と、前記チャネル変動補償手段の入力信号および出力信号に基づいて得られる識別誤差情報を、前記重み係数を制御するための帰還情報として用いる重み係数演算手段とを具備したものである。ここで、前記重み係数演算手段として、復調された信号と前記パイロットシンボル平均化手段の各出力との内積値である相関値を前記重み係数を制御するための帰還情報として用いることが可能である。また、パイロット信号が、情報シンボルと直交した搬送波上に送信される CDMA 方式を採ることができる。さらに、パイロット信号が情報シンボルと直交した搬送波上に送信されたとき、復調された信号と前記パイロットシンボル平均化手段の各出力との内積値を前記重み係数を制御するための帰還情報として用いることも可能である。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0014】

図1は、本発明の各実施の形態で用いるフレーム構成の一例を示す。すなわち、以下に述べる各実施の形態では、情報シンボル系列にパターン既知のパイロットシンボルを数シンボル単位で一定周期毎に挿入したスロットからなるフレーム構成を有する、直接拡散 CDMA 送信信号を復調するものである。

【0015】

実施の形態1

図2は、実施の形態1による CDMA 復調装置を示すブロック図である。

【0016】

図2において、マッチトフィルタ2は受信データ系列を入力し、各ユーザにおける各マルチパスのタイミングに応じた拡散符号レプリカを用いて逆拡散する。逆拡散した情報シンボル周期の受信データ系列のうち、 $n - (K - 1)$ 番目（ここで、 n は非負整数、 K は正整数）のロットから $n + K$ 番目までのロットをメモリ（図示せず）に蓄積する。なお、上記メモリには、各ロットのパイロットシンボルのみを蓄積することも可能である。そして、上記メモリからロット同期検出部（図示せず）の検出結果を用いてパイロットシンボルを順次取り出し、パイロットシンボル平均化部4に供給する。

【0017】

パイロットシンボル平均化部4では、各パイロットブロック内の数シンボルのパイロットシンボルでの受信信号を平均して、各パイロットブロック毎のチャネルを推定する。

【0018】

次に、パイロットシンボル平均化部4により得られた各パイロットブロックでのチャネル推定情報を縦続接続された複数の遅延部6（ $6 - 1$ ないし $6 - J$ から成る： $J = 2K - 1$ ）に入力することにより、タイミングを揃え、重み付け制御部（MMSE）12より得られた重み付け情報に基づいて、乗算器8および加算器8（ $8 - 0$ ないし $8 - J$ から成る）で重み付け加算処理を施すことにより、平均化によるチャネルの推定を行う。

【0019】

このようにして得られたチャネル推定値の複素共役と、マッチトフィルタ2の出力を記憶した上記メモリ（図示せず）および遅延部14を介して得られたデータとの積を乗算器16で求めることにより、各情報シンボルのフェージング位相変動を補償し、位相変動補償後の信号をRAKE合成部18で同相合成する。

【0020】

一方、誤差信号生成部20では、復調した信号（パイロットシンボル系列）とフェージング位相変動補償した信号により誤差信号を生成し、重み付け制御部（MMSE）20では、その誤差信号と各パイロットブロックより得られたチャネ

ル推定値を用いて重み付けの制御を行う。

【0021】

実施の形態2

図3は、実施の形態2によるCDMA復調装置を示すブロック図である。本図において、図2と同じブロック要素には、図2と同じ符号を付してある。

【0022】

図3に示した実施の形態2では、誤差信号生成部20にて誤差信号を求める際に、復調した情報信号をデータ判定部22で判定した後に、その判定出力も併せて用いて誤差信号を生成している。

【0023】

データ判定部22では、RAKE合成部18の出力を判定(0/1)する。

【0024】

実施の形態3

図4は、実施の形態3によるCDMA復調装置を示すブロック図である。本図において、図2と同じブロック要素には、図2と同じ符号を付してある。

【0025】

図4に示す実施の形態においても、先に述べた実施の形態1(図2)および実施の形態2(図3)と同様の復調処理を行うが、重み付け制御の形態が異なっている。

【0026】

すなわち、図示した重み付け制御部(内積演算)30では、重み付け制御情報に基づいて重み付け平均化されたチャネル推定値と各パイロットブロックより得られたチャネル推定値の内積値を更新値として、式(1)に示すように重み付け値の更新を行う。

【0027】

【数1】

$$W_i(n) = W_i(n-1) + \mu \bar{r}_i(n) \cdot r_i(n) \quad (1)$$

$$W_i(n) = \begin{pmatrix} W_{-k+1,i}(n) \\ W_{-k,i}(n) \\ W_{k-1,i}(n) \\ W_{k,i}(n) \end{pmatrix}, \quad r_i(n) = \begin{pmatrix} r_{-k+1,i}(n) \\ r_{-k,i}(n) \\ r_{k-1,i}(n) \\ r_{k,i}(n) \end{pmatrix}, \quad \bar{r}_i(n) = W_i'(n-1) r_i(n)$$

ここで、 $W_i(n)$ は i 番目のパスの n 番目のスロット時における重み付け値、 μ は更新のステップサイズ、 $r_{k,i}(n)$ は i 番目のパスの $n+k$ 番目のスロットのパイロットブロックの複素チャネル推定値、 $\bar{r}_i(n)$ は重み付け平均されたチャネル推定値である。また、 $W_i'(n)$ は $W_i(n)$ の転置行列を示す。

【0028】

実施の形態4

図5は、実施の形態4によるCDMA復調装置を示すブロック図である。

【0029】

図5において、パイロットチャネル用マッチトフィルタ42は、受信パイロットデータ系列を各ユーザの各マルチパスのタイミングに応じた拡散符号レプリカを用いて逆拡散する。逆拡散した受信系列の $n - (Z - 1)$ 番目（ここで、 n は非負整数、 Z は正整数）のシンボルから $n + Z$ 番目までのシンボルをメモリ（図示せず）に蓄積する。

【0030】

上記メモリから受信パイロットシンボルを順次取り出し、パイロットシンボル平均化部44により、 λ （ λ ：自然数）シンボル単位でパイロットシンボルでの受信信号を平均して、 $2L$ （ $Z = \lambda \times L$ ）個のチャネル推定値を求める。

【0031】

このチャネル推定情報を遅延部46でタイミングを揃え、重み付け制御部（MMSE）52より得られた重み付け情報に基づいて、乗算器48および加算器50により重み付け加算し平均化することによって、チャネルの推定を行う。

【0032】

このチャネル推定値の複素共役と、上記メモリおよび遅延部54を介して得られたデータとの積を乗算器56で求め、各情報シンボルのフェージング位相変動を補償し、位相変動補償後の信号をRAKE合成部58で同相合成する。

【0033】

一方、誤差信号生成部60では、復調した信号（パイロットシンボル系列）とフェージング位相変動補償した信号より誤差信号を生成し、重み付け制御部（MSE）52では、その誤差信号と各パイロットブロックより得られたチャネル推定値を用いて重み付けの制御を行う。

【0034】

実施の形態5

図6は、実施の形態5によるCDMA復調装置を示すブロック図である。本図において、図5と同じブロック要素には、図2と同じ符号を付してある。

【0035】

この実施の形態5においても、図5に示した実施の形態4と同様の復調処理を行うが、重み付け制御部（内積演算）62では、重み付け制御情報に基づいて重み付け平均化されたチャネル推定値と各パイロットブロックより得られたチャネル推定値との内積値を更新値として、既述の式（1）と同様の内積演算により重み付け値の更新を行う。

【0036】

【発明の効果】

以上説明した通り、本発明によれば、直接拡散CDMA方式において、低速から高速までの全てのフェージング変動に対しても最適な重み係数を用いることが可能となり、高精度な伝送路変動推定・補償を行うことが実現できる。

【0037】

すなわち本発明によれば、あらゆるフェージング変動の速さに対して高精度なチャネル推定が実現できるので、このチャネル推定を用いた絶対同期検波を行うことにより、所要の受信品質（受信誤り率）を得るために必要な、信号電力対干渉電力比（SIR）を低減することができる。その結果、送信電力を低減するこ

とが可能になるので、システムの加入者容量を増大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の各実施の形態で用いるフレーム構成の一例を示す説明図である。

【図 2】

本発明の実施の形態 1 を示すブロック図である。

【図 3】

本発明の実施の形態 2 を示すブロック図である。

【図 4】

本発明の実施の形態 3 を示すブロック図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 4 を示すブロック図である。

【図 6】

本発明の実施の形態 5 を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 2 マッチトフィルタ
- 4 パイロットシンボル平均化部
- 6 遅延部
- 8 乗算器
- 10 加算器
- 12 重み付け制御部 (MMSE)
- 14 遅延部
- 16 乗算器
- 18 RAKE 合成部
- 20 誤差信号生成部
- 22 データ判定部
- 24 誤差信号生成部
- 30 重み付け制御部 (内積演算)
- 40 通信チャネル用マッチトフィルタ

42 パイロットチャネル用マッチトフィルタ

44 パイロットシンボル平均化部

46 遅延部

48 乗算器

50 加算器

52 重み付け制御部 (MMSE)

~~54 遅延部~~

56 乗算器

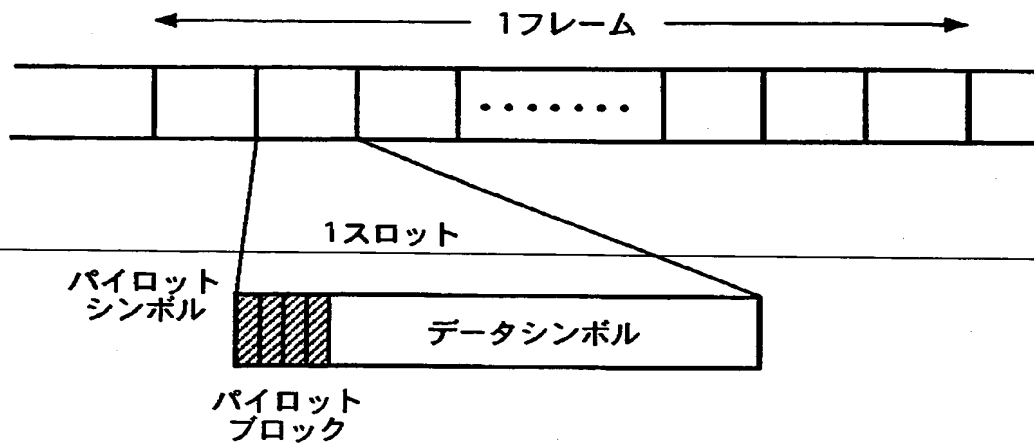
58 RAKE合成部 (手段)

60 誤差信号生成部

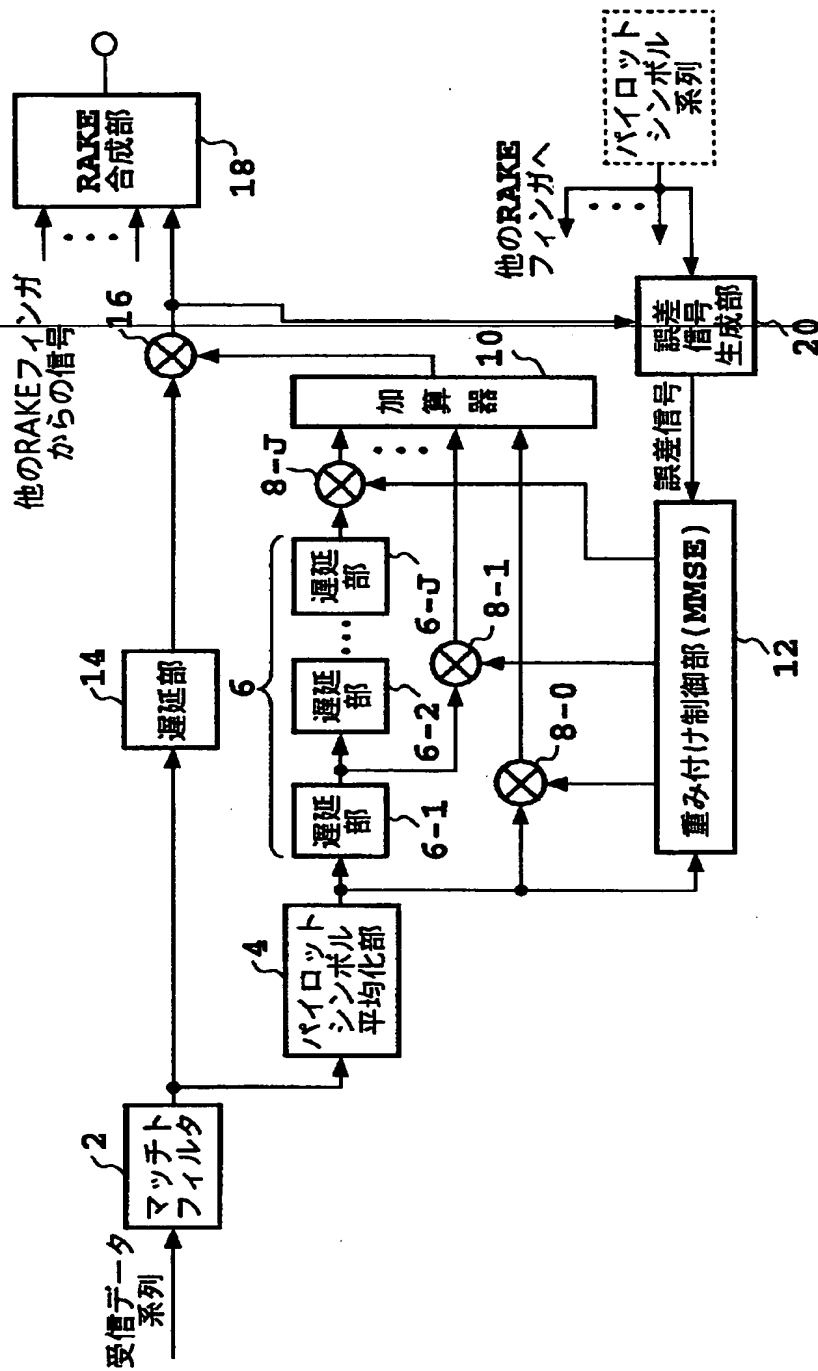
62 重み付け制御部 (内積演算)

【書類名】 図面

【図 1】

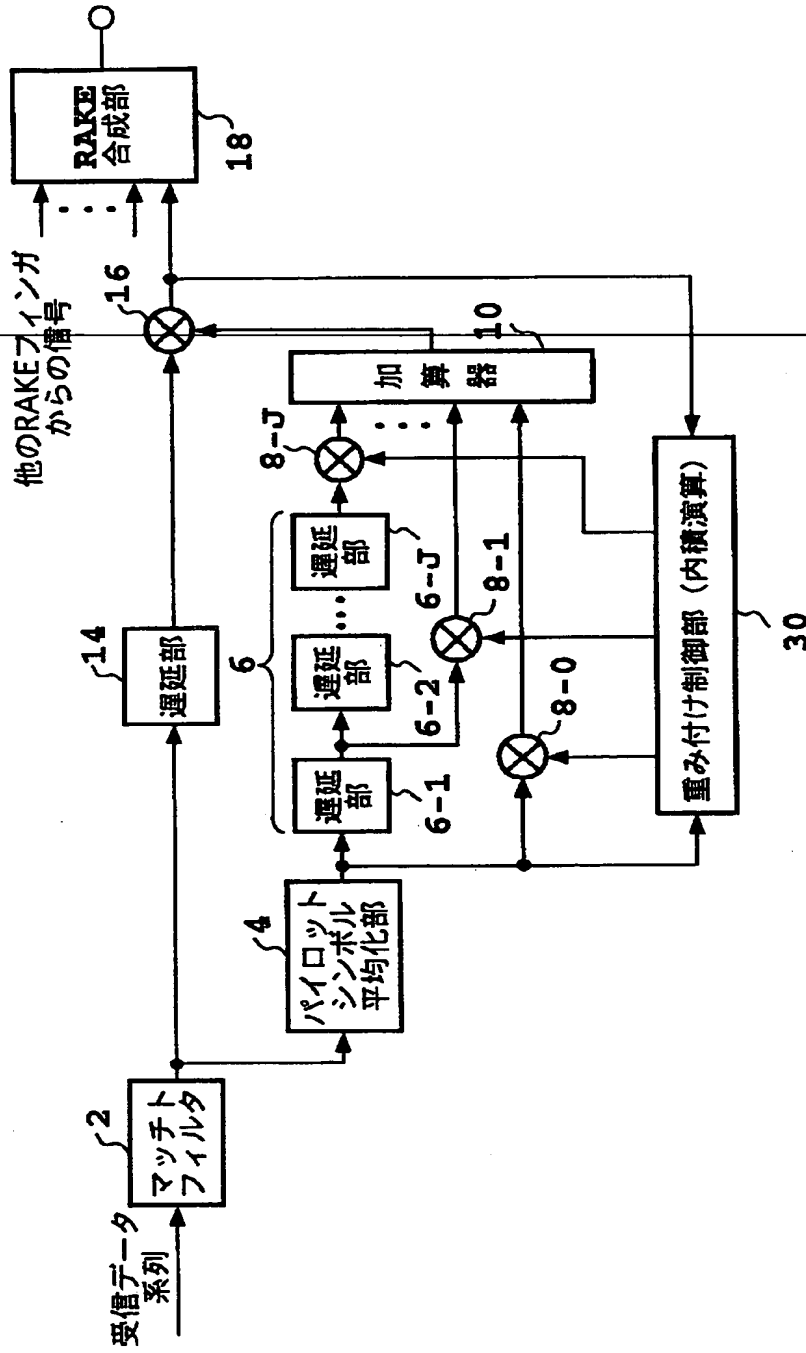


【図 2】



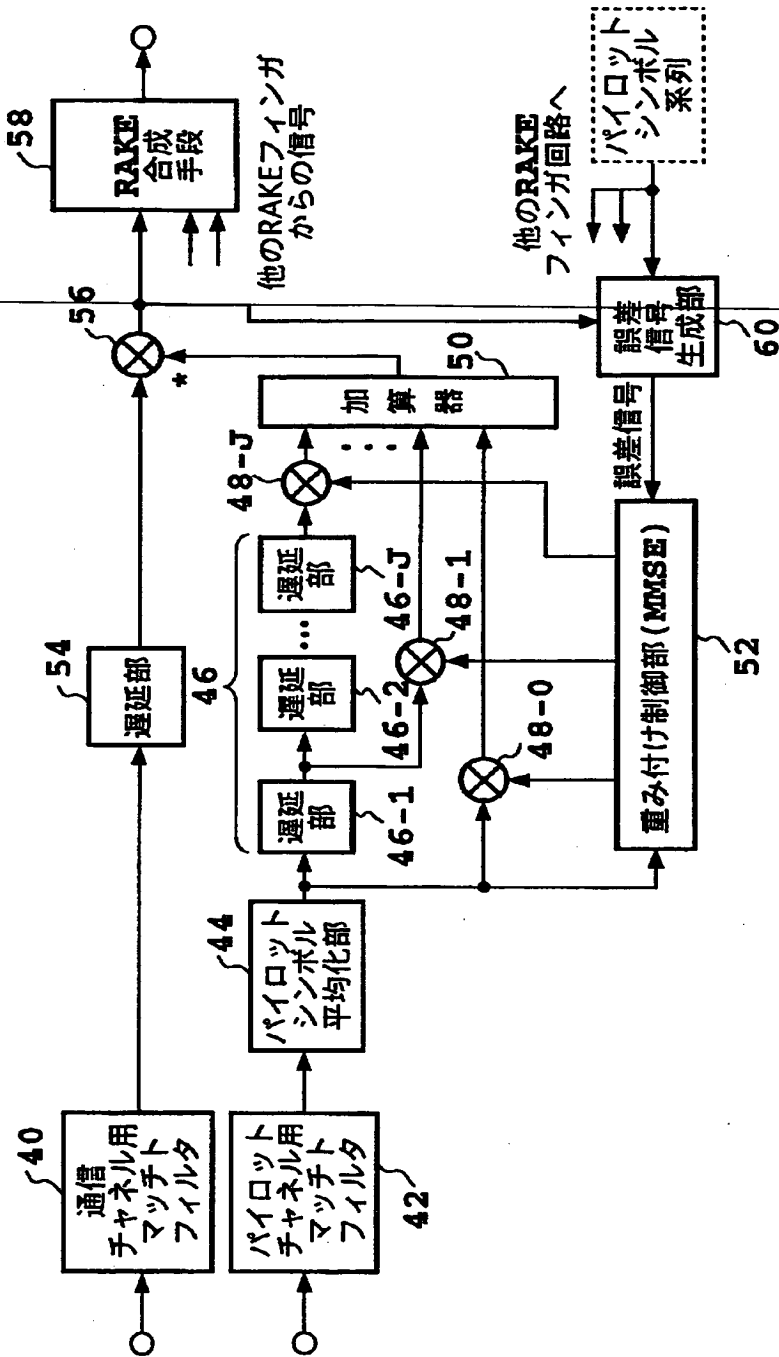
実施の形態 1

【図 4】



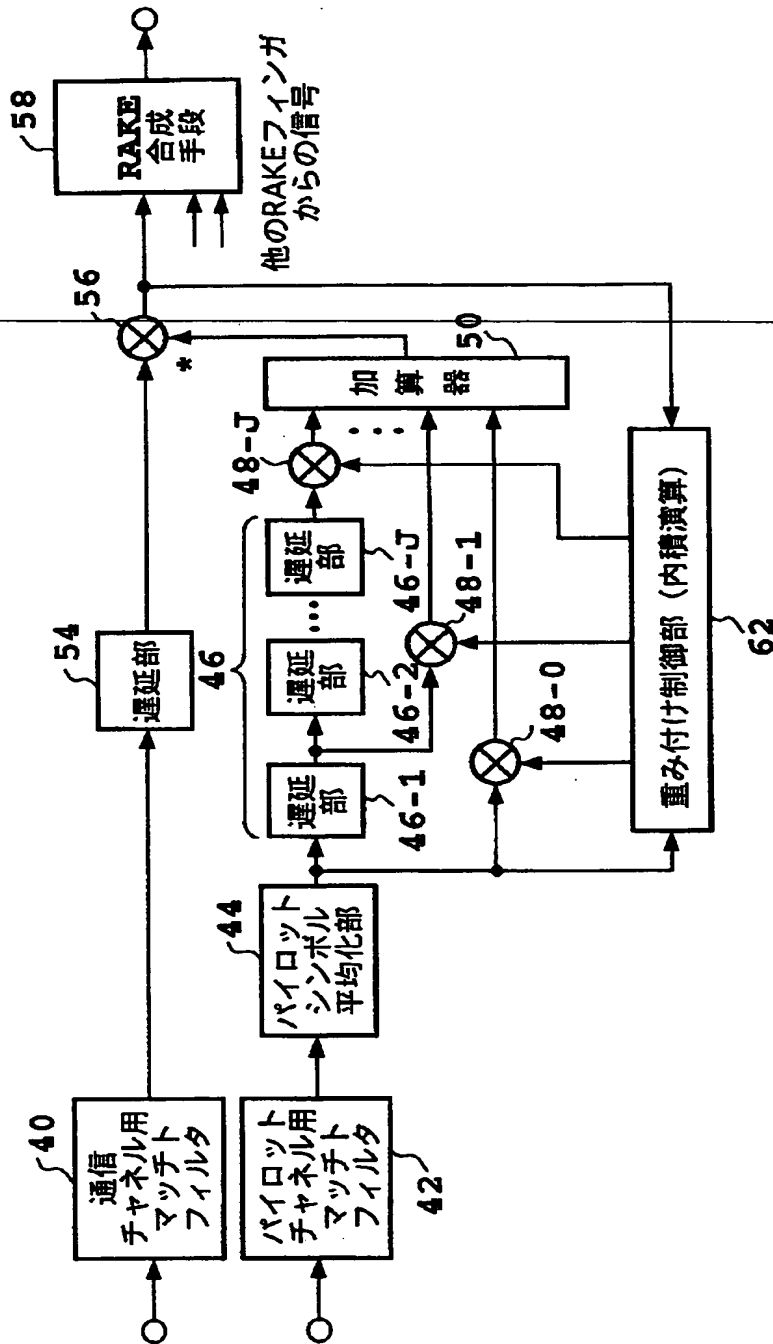
実施の形態 3

【図 5】



実施の形態 4

【図 6】



実施の形態 5

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 直接拡散CDMA方式において、低速から高速までの全てのフェージング変動に対して最適な重み係数を用いることにより、高精度な伝送路変動推定・補償を行う。

【解決手段】 マッチトフィルタ2で逆拡散した情報シンボル周期の受信データ系列のうち、 $n - (K - 1)$ 番目（ここで、 n は非負整数、 K は正整数）のロットから $n + K$ 番目までのロットをメモリ（図示せず）に蓄積する。パイロットシンボル平均化部4により得られた各パイロットブロックでのチャネル推定情報を遅延部6に入力することにより、タイミングを揃え、重み付け制御部（MMSE）12より得られた重み付け情報に基づいて重み付け加算処理を施すことにより、平均化によるチャネルの推定を行う。

【選択図】 図2

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 392026693
【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号
【氏名又は名称】 エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100077481
【住所又は居所】 東京都港区赤坂5丁目1番31号 第6セイコービル3階
【氏名又は名称】 谷 義一

【選任した代理人】

【識別番号】 100088915
【住所又は居所】 東京都港区赤坂5-1-31 第6セイコービル3階 谷・阿部特許事務所
【氏名又は名称】 阿部 和夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100105371
【住所又は居所】 東京都港区赤坂5丁目1番31号 第6セイコービル3階 谷・阿部特許事務所
【氏名又は名称】 加古 進

【選任した代理人】

【識別番号】 100106998
【住所又は居所】 東京都港区赤坂5丁目1番31号 第6セイコービル3階 谷・阿部特許事務所
【氏名又は名称】 橋本 傳一

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [392026693]

1. 変更年月日 1992年 8月21日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

氏 名 エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

